

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-212717

(43)Date of publication of application : 02.08.2000

**C23C 4/04**  
**F02F 1/00**

(72)Inventor : BARBEZAT GERARD

**Priority number : 99 91      Priority date : 19.01.1999      Priority country : CH**  
**99 245          09.02.1999                                     CH**

[Date of extinction of right]

JP2000-212717

[0007]

[Embodiments of the Invention]

The invention is accomplished based on the finding that a microstructure is formed by specially controlled reaction of oxygen and a powder to be used for coating during plasma spraying operation, that is, the microstructure has excellent properties in terms of machining, processing, and tripology. Particularly, tendency to the friction coefficient and scuffing, that is, the starting of adhesion wear, is drastically lessened.

[0006]

As described, the coating of the invention formed by plasma spraying contains 1 to 4% by weight of bonding oxygen. A substrate particularly suitable to be coated with such coating may include a cylinder bore of a cylinder block of a combustion engine made of aluminum, magnesium alloy, or cast iron; and an inner wall of a sleeve to be inserted in a cylinder block of a combustion engine made of cast iron, aluminum or magnesium alloy.

[0010]

Secondarily, the invention relates to a method for forming a ferrous coating on a substrate functioning as a cylinder sliding face of an engine block of a combustion engine. The method of the invention is a method using a plasma spraying apparatus and a coating powder for spraying the coating powder on the sliding face of a cylinder by the plasma spraying apparatus, involving a step of supplying air to the plasma spraying apparatus and spraying the coating powder and simultaneously air at a rate of 200 to 1000 normalized liter per one minute to a substrate: or supplying

oxygen-containing gas to the plasma spraying apparatus and spraying the coating powder and simultaneously the oxygen-containing gas at a rate of 200 to 1000 normalized liter per one minute to a substrate: or supplying oxygen to the plasma spraying apparatus and spraying the coating powder and simultaneously the oxygen at a rate of 40 to 200 normalized liter per one minute to a substrate.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-212717

(P2000-212717A)

(43) 公開日 平成12年8月2日(2000.8.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
C 2 3 C 4/04		C 2 3 C 4/04	
F 0 2 F 1/00		F 0 2 F 1/00	D

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2000-10617(P2000-10617)	(71) 出願人	598095525 スルツァー メトコ アーゲー SULZER METOCO AG スイス国 5610 ヴォーレン リガッセル シュトラーセ 16
(22) 出願日	平成12年1月19日(2000.1.19)	(72) 発明者	ヘラルト バーベザット スイス国 8152 オプフィコン リートグ ラベンシュトラーセ 62
(31) 優先権主張番号	1 9 9 9 0 0 9 1 / 9 9	(74) 代理人	100059258 弁理士 杉村 暁秀 (外2名)
(32) 優先日	平成11年1月19日(1999.1.19)		
(33) 優先権主張国	スイス (CH)		
(31) 優先権主張番号	1 9 9 9 0 2 4 5 / 9 9		
(32) 優先日	平成11年2月9日(1999.2.9)		
(33) 優先権主張国	スイス (CH)		

(54) 【発明の名称】 燃焼機関のシリンダーの摺動面用コーティング及びかかるコーティングを設ける方法

(57) 【要約】

【課題】 燃焼機関のエンジンブロックのシリンダー摺動面として機能する基板に、プラズマ溶射操作により設けられる第1鉄コーティング及びかかるコーティングを設ける方法を提供する。

【解決手段】 燃焼機関のエンジンブロックのシリンダー摺動面として機能する基板に、プラズマ溶射操作により設けられる第1鉄コーティングは、1～4重量%の含量の結合酸素を有する。かかるコーティングは、例えばプラズマ装置に空気を供給して、前記基板上に前記コーティング粉末と前記空気を同時に1分あたり200～1000標準リットルの量でプラズマ溶射することにより設けられる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼機関のエンジンブロックのシリンダー摺動面として機能する基板に、プラズマ溶射操作により設けられる第1鉄コーティングにおいて、前記コーティングは、1～4重量%の含量の結合酸素を有することを特徴とする第1鉄コーティング。

【請求項2】 前記結合酸素は、鉄と一緒に組み合わされて、FeO及びFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>結晶を形成することを特徴とする請求項1記載の第1鉄コーティング。

【請求項3】 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含量は0.2重量%以下であることを特徴とする請求項2記載の第1鉄コーティング。

【請求項4】 コーティングが設けられる前記基板は、マグネシウム合金、アルミニウム合金又は鋳鉄からなるエンジンブロックそのものより構成されることを特徴とする請求項1記載の第1鉄コーティング。

【請求項5】 コーティングが設けられる前記基板は、鋳鉄からなるシリンダースリーブにより構成され、マグネシウム合金又はアルミニウム合金からなるエンジンブロック中に挿入されるように適応されることを特徴とする請求項1記載の第1鉄コーティング。

【請求項6】 鋳鉄は、圧粉化されたグラファイトとブレンドされることを特徴とする請求項4又は5記載の第1鉄コーティング。

【請求項7】 鋳鉄は、ねずみ鋳鉄からなることを特徴とする請求項4又は5記載の第1鉄コーティング。

【請求項8】 プラズマ溶射装置を準備し、設けられるべきコーティングの原材料を構成するコーティング粉末を用意して、シリンダーの摺動面上にプラズマ溶射装置により該コーティング粉末を溶射する工程を含む、燃焼機関のエンジンブロックのシリンダー摺動面として機能する基板に第1鉄のコーティングを設ける方法において、

前記プラズマ溶射装置に空気を供給して、前記基板上に前記コーティング粉末と前記空気を同時に1分あたり200～1000標準リットルの量で溶射する工程、又は、

前記プラズマ溶射装置に酸素含有ガスを供給して、前記基板上に前記コーティング粉末と前記酸素含有ガスを同時に1分あたり40～200標準リットル酸素の量で溶射する工程、又は、

前記プラズマ溶射装置に酸素を供給して、前記基板上に前記コーティング粉末と前記酸素を同時に1分あたり40～200標準リットルの量で溶射する工程の3工程から1つの工程を実施することを特徴とする第1鉄のコーティングを設ける方法。

【請求項9】 シリンダースリーブやシリンダーボアの内部のガス流の速度はそれぞれ、前記溶射工程の間、7～12m/sであることを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項10】 ガス噴霧される粉末は、前記基板にプラズマ溶射され、前記粉末は、次の組成：

C=0.4～1.5重量%

Cr=0.2～2.5重量%

Mn=0.02～3重量%

Fe=100重量%になるまでの残余

を有することを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項11】 ガス噴霧される粉末は、前記基板にプラズマ溶射され、前記粉末は、次の組成：

C=0.4～1.5重量%

Cr=0.2～2.5重量%

Mn=0.02～3重量%

S=0.01～0.2重量%

P=0.01～0.1重量%

Fe=100重量%になるまでの残余

を有することを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項12】 ガス噴霧される粉末は、前記基板にプラズマ溶射され、前記粉末は、次の組成：

C=0.1～0.8重量%

Cr=11～18重量%

Mn=0.1～1.5重量%

Mo=0.1～5重量%

Fe=100重量%になるまでの残余

を有することを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項13】 ガス噴霧される粉末は、前記基板にプラズマ溶射され、前記粉末は、次の組成：

C=0.1～0.8重量%

Cr=11～18重量%

Mn=0.1～1.5重量%

Mo=0.1～5重量%

S=0.01～0.2重量%

P=0.01～0.1重量%

Fe=100重量%になるまでの残余

を有することを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項14】 コーティング中のFeO及びFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の量は、粉末粒子のサイズ分布によりコントロールされることを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項15】 粉末の粒子のサイズは、5～25μmの範囲であることを特徴とする請求項14記載の方法。

【請求項16】 粉末の粒子のサイズは、10～40μmの範囲であることを特徴とする請求項14記載の方法。

【請求項17】 粉末の粒子のサイズは、15～60μmの範囲であることを特徴とする請求項14記載の方法。

【請求項18】 アルゴン又は窒素によりガス噴霧されたコーティング粉末を用いることを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項19】 減摩酸化物セラミックを添加することにより修飾されたコーティング粉末を用いることを特徴

とする請求項 8 記載の方法。

【請求項 20】 コーティング粉末中の前記酸化物セラミックの含量は、5～50 重量%であることを特徴とする請求項 19 記載の第 1 鉄のコーティングを設ける方法。

【請求項 21】 前記酸化物セラミックは、 $TiO_2$  合金系又は  $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$  合金系、及び/又は  $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$  合金系からなることを特徴とする請求項 19 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃焼機関のエンジンブロックのシリンダー摺動面として機能する基体に、プラズマ溶射操作により設けられる第 1 鉄コーティングに関する。更に、本発明は、燃焼機関のエンジンブロックのシリンダー摺動面として機能する基板に、第 1 鉄のコーティングを設ける方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来においては、アルミニウム又はマグネシウム合金からなる燃焼機関のエンジンブロックのシリンダーの摺動面に用いる従来から使用されている材料は、ねずみ鉄又は圧粉化された(compact)グラファイトとブレンドされた鉄からなる。これにより、かかる鉄からなるシリンダースリーブは、これらの燃焼機関のエンジンブロックにプレスされるか又は鋳造(cast)される。

【0003】しかし、かかるシリンダースリーブを設けることにより、一方ではエンジンブロックのサイズ及び重量は、ネガティブな意味において影響を及ぼされる。他方、鉄からなるシリンダースリーブと軽金属合金からなるエンジンブロックとの間の不都合な又は悪い関係は、考慮されなければならない。他に、亜鉛めっき法により設けられたコーティングも使用することができる。しかし、かかるコーティングを設けることは、高価であり、更に、かかるコーティングは、硫酸及び硝酸の影響を受けて腐食する。

【0004】また、通常、プラズマ溶射操作によりボア(bore)にコーティングを設けることは、従来より公知である。従って、多様な金属材料を基板に適用することができる。コーティングをプラズマ溶射操作により設けた後、更に該ボアはダイヤモンドホーニングにより加工されて、所望する最終直径に到達し、また所望する形態(topography)を備える。それぞれ加工される(process)が機械加工される(machine)コーティングの能力及び摩擦特性は、特定のコーティングの物理特性及びマイクロ構造に高く依存する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、プラズマ溶射操作により設けられる、燃焼機関のエンジンシリンダーブロックの摺動面用の第 1 鉄コーティングの機械加工

(machining)及び加工(processing)並びに摩擦特性を改良することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的及び他の目的を実現するために、本発明は、まず最初に、燃焼機関のエンジンブロックのシリンダー摺動面として機能する基板に、プラズマ溶射操作により設けられる第 1 鉄コーティングを提供し、これにより該コーティングは、1～4 重量%の含量の結合酸素を有する。

10 【0007】

【発明の実施の形態】本発明は、プラズマ溶射操作の間、酸素とコーティング用に用いられる粉末の、特別に制御された反応によりマイクロ構造が形成されることができるとい知見に基づいてなされたもので、即ち、マイクロ構造は、機械加工及び加工並びにトリボロジーにそれぞれ関する限り、優れた特性を有する。特に、摩擦係数及びスカフィングに対する傾向、即ち接着摩耗の開始が、劇的に減少する。

【0008】前記したように、プラズマ溶射により設けられる本発明のコーティングは、1～4 重量%の含量の結合酸素を有する。かかるコーティングを設けるための基板として、特に適切なものは、

- ・アルミニウム若しくはマグネシウム合金又は鉄からなる燃焼機関のシリンダーブロックのシリンダーボア；
- ・鉄からなり、アルミニウム若しくはマグネシウム合金からなる燃焼機関のシリンダーブロックに挿入されるスリーブの内壁

である。

【0009】好適例においては、結合される酸素は、鉄と一緒に組み合わされて、コーティング中  $FeO$  及び  $Fe_2O_3$  結晶を形成する。これにより、 $Fe_2O_3$  の含量は 0.2 重量%以下であることが好ましい。形成される酸化物の量は、空気と窒素又は酸素とを混合することによって更に制御されることができる。空気を純酸素に置き換える場合には、コーティング中の結合酸素の含量は、約 2 分の 1 減少する。

【0010】第 2 に、本発明は更に、燃焼機関のエンジンブロックのシリンダー摺動面として機能する基板に第 1 鉄のコーティングを設ける方法に関するものである。

本発明の方法は、プラズマ溶射装置を準備し、設けられるコーティングの原材料を構成するコーティング粉末を用意し、シリンダーの摺動面上にプラズマ溶射装置により該コーティング粉末を溶射する方法であって、

- ・プラズマ溶射装置に空気を供給して、基板上にコーティング粉末と空気を同時に 1 分あたり 200～1000 標準(normalized)リットルの量で溶射する工程；又は、
- ・プラズマ溶射装置に酸素含有ガスを供給し、基板上にコーティング粉末と酸素含有ガスを同時に 1 分あたり 200～1000 標準リットルの量で溶射する工程；又は、

・プラズマ溶射装置に酸素を供給して、基板上にコーティング粉末と酸素を同時に1分あたり40～200標準リットルの重で溶射する工程のいずれかを含む。

【0011】“1分あたりの標準(normalized)リットル”とは、1パール(=10<sup>5</sup> Pa)の大気圧及び20℃の温度での1分あたりのリットルを意味するものである。好ましくは、スリーブ若しくはシリンダーボアの内部のガス流の速度は、プラズマ溶射操作の間、7～12 m/sである。

【0012】好適例においては、ガス噴霧された粉末は、基板にプラズマ溶射され、ここで該粉末は次の組成:

C = 0.4～1.5重量%

Cr = 0.2～2.5重量%

Mn = 0.02～3重量%

P = 所望の場合には0.01～0.1重量%

S = 所望の場合には0.01～0.2重量%

Fe = 100重量%になるまでの残余を有する。

【0013】他の好適例においては、ガス噴霧された粉末は、基板にプラズマ溶射され、ここで該粉末は次の組成:

C = 0.1～0.8重量%

Cr = 1.1～1.8重量%

Mn = 0.1～1.5重量%

Mo = 0.1～5重量%

S = 所望の場合には0.01～0.2重量%

P = 所望の場合には0.01～0.1重量%

Fe = 100重量%になるまでの残余を有する。

【0014】コーティング中のFeO及びFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の量は、粉末中の粒子サイズ分布により、影響を及ぼされる。実現されるコーティングに応じて、粉末の粒子サイズは5～25 μmの範囲、10～40 μmの範囲、もしくは15～60 μmの範囲とすることができる。粒子サイズは、光学顕微鏡若しくは電子顕微鏡により、特に走査顕微鏡により、またはレーザー回析法MICROTRACにしたがって測定することができる。

【0015】好ましくは、アルゴン若しくは窒素によりガス噴霧されたコーティング粉末を使用する。

【0016】コーティング粉末が、減摩酸化セラミックとブレンドされて使用される場合に、最良の結果を得ることができる。好ましくは、酸化セラミックは、TiO<sub>2</sub>又はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>及び/又はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>合金系からなる。コーティング粉末中の酸化セラミックの割合は、5～50重量%とすることができる。

【0017】最適な粒子サイズは、設けられるべきコーティングの減摩特性に応じて、更にコーティングが設け

られるべき基板の機械的挙動に応じて選定されるべきであることに注目すべきである。

#### 【0018】実施例

本発明を次の実施例により説明する。

##### 実施例1

コーティング粉末を、プラズマトロンにより燃焼機関のシリンダースリーブの摺動面に設けた。当該コーティング粉末は、次の組成を有していた:

C = 1.1重量%

10 Cr = 1.5重量%

Mn = 1.5重量%

Fe = 100重量%になるまでの残余

【0019】適切には、当該コーティング粉末には、さらにS及びPを少量含むこともできる(即ち、0.01～0.2重量%)。

【0020】当該コーティング粉末の粒子サイズは、5～25 μmであった。この粉末は、ガス噴霧法により製造される。コーティングを設ける操作の間のガス流の速度は、10 m/sであり、コーティングの冷却かつ粉末の反応のためにプラズマトロンに供給される空気量は、500 NLP M(1分あたりの標準リットル)であった。このことは、約100 NLP M純酸素に対応する。かかる量の空気は、例えば米国特許第5519183号に記載されているように、公知のプラズマトロンのボディーを介して供給される。

【0021】実施された実験の結果は、設けられたコーティング中の酸素の含量が3重量%の範囲であることを示した。X線により実施されたマクロ構造分析により、酸素は化学量論式FeO及びFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>に従って結合されている。さらに、この分析により、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の存在は、検出できる限界以下であることが示された。

【0022】コーティングを設けた後、シリンダースリーブを更にダイヤモンドホーニングにより加工した。かかるシリンダースリーブを備えた燃焼機関のエンジンを用いた実験では、ピストンリングとシリンダースリーブとの間の摩擦係数が、ねずみ鉄からなる従来のシリンダースリーブに比較して、著しく減少することが明確に確認された。

##### 【0023】実施例2

40 粒子サイズが10～45 μmである以外は、前記した実施例1と同様の組成を有する粉末を用いた。更に、全ての他の条件は、実施例1に記載されたものと同一である。これにより、設けられたコーティング中の結合酸素の含量は、2重量%の範囲であることを見出した。当該コーティングの他の分析結果は、実施例1に関して説明したと同様であった。

【0024】コーティングを設けた後、シリンダースリーブを更にダイヤモンドホーニングにより加工した。かかるシリンダースリーブを備えた燃焼機関のエンジンによる実験では、ピストンリングとシリンダースリーブと

の間の摩擦係数が、ねずみ鋳鉄からなる従来のシリンダースリーブと比較して、著しく減少し、これにより、摩擦係数は結合酸素の量と関係があることが明確に確認された。

### 【0025】実施例3

亜硫酸(sulphurous)燃料又はメタノールで動作される燃焼機関に使用されるシリンダースリーブは、次の組成：

C = 0.4重量%

Cr = 13.0重量%

Mn = 1.5重量%

Mo = 2.0重量%

Fe = 100重量%になるまでの残余

を有する粉末を用いて、実施例1に記載したと同様の条件下でコートされた。所定条件での露点以下の温度でエンジンが動作される場合に、かかるエンジンは腐食される。

【0026】適切には、当該コーティング粉末には、更にS及びPを少量含むこともできる（即ち、0.01～0.2重量%）。

【0027】当該コーティング粉末の粒子のサイズは10～45 $\mu$ mであった。

【0028】かかるコーティングを用いて試験を行った結果、実施例1及び2で説明したのとはほぼ同様の望ましい結果を得ることができた。

### 【0029】実施例4

コーティング粉末にセラミック合金粉末を30重量%添加した以外は、実施例2に記載したのと同様の方法を実施した。該セラミック合金粉末は60重量%のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>と40重量%のTiO<sub>2</sub>組成を有する。かかる粉末を用いて調製したコーティングは、5～22 $\mu$ mのサイズを有するセラミック粒子を含有することにより機械的に強化される。

### 【0030】実施例5

80重量%のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>と20重量%のTiO<sub>2</sub>組成を有するセラミック合金粉末を、コーティング粉末に30重量%添加した以外は、実施例4に記載したのと同様の方法を実施した。かかる粉末を用いて調製したコーティングは、5～22 $\mu$ mのサイズを有するセラミック粒子を含有することにより機械的に強化される。

【0031】図1は、コーティング粉末の粒子サイズと摩擦係数の減少との関係、並びにコーティング粉末の粒子サイズと機械的特性、特にコーティングの接着強度との関係を示す図である。図1から、一方では摩擦係数は

粒子サイズが増大する場合、徐々に減少することがわかる。他方、接着強度は、粒子サイズが増加するに従って、徐々に減少することがわかる。両者を考慮すると、粒子サイズは25～30 $\mu$ mの範囲であることができ、これにより、結局約45～50MPaとなる接着強度は、ほとんどの場合において十分であり、一方摩擦係数は、従来のコーティングと比較して、やはり約22～25%減少する。しかし、接着強度が第一に重要なものであり、摩擦係数の減少が第二に重要なものである場合には、より小さいサイズの粒子を有するコーティング粉末を選択することもできる。代わりに、摩擦係数の減少が第一に重要なものであり、コーティングの接着強度がそれよりも重要度が低い場合には、より大きいサイズの粒子を有するコーティング粉末を選択することもできる。

【0032】図2は、コーティング中の結合酸素の量と摩擦係数の減少との関係、並びにコーティング中の結合酸素の量と機械的特性、特にコーティングの接着強度との関係を示す図である。図2から、一方ではコーティング中の結合酸素の量が増加する場合、摩擦係数は徐々に減少する。他方、コーティング中の結合酸素の量が増加する場合、接着強度は徐々に減少する。両者を考慮すると、結合酸素の含量は2～2.5重量%の範囲であることができ、これにより、結局約45～50MPaとなる接着強度は、ほとんどの場合において十分であり、一方摩擦係数は、従来のコーティングと比較して、やはり約20～25%減少する。図1に関して説明したのと同様に、接着強度が第一に重要なものであり、摩擦係数の減少が第二に重要なものである場合には、コーティング中の結合酸素の含量をより少なくすることができる。代わりに、摩擦係数の減少が第一に重要なものであり、コーティングの接着強度がそれよりも重要度が低い場合には、コーティング中の結合酸素の含量を高くすることができる。

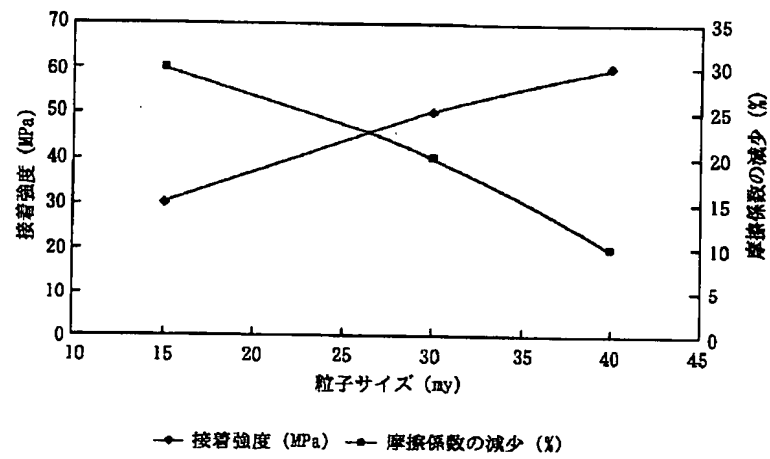
【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、コーティング粉末の粒子サイズと摩擦係数の減少との関係、並びにコーティング粉末の粒子サイズと機械的特性、特にコーティングの接着強度との関係を示す図である。

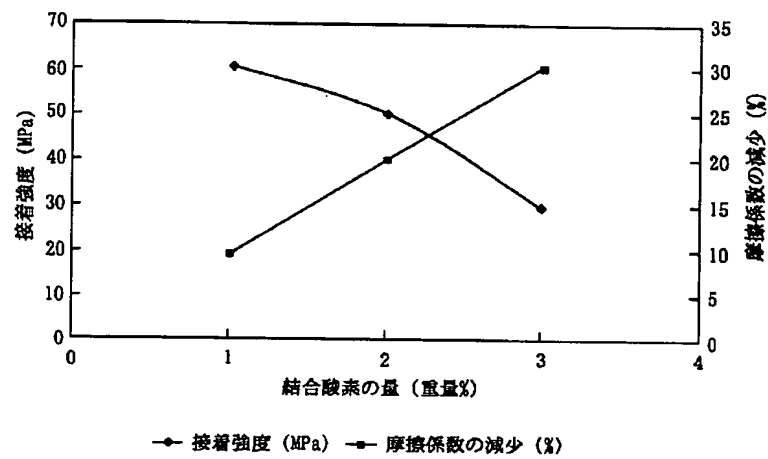
【図2】 図2は、コーティング中の結合酸素の量と摩擦係数の減少との関係、並びにコーティング中の結合酸素の量と機械的特性、特にコーティングの接着強度との関係を示す図である。



【図1】



【図2】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第3部門第4区分  
 【発行日】平成17年4月21日(2005.4.21)

【公開番号】特開2000-212717(P2000-212717A)

【公開日】平成12年8月2日(2000.8.2)

【出願番号】特願2000-10617(P2000-10617)

【国際特許分類第7版】

C 2 3 C 4/04

F 0 2 F 1/00

【F I】

C 2 3 C 4/04

F 0 2 F 1/00

D

【手続補正書】

【提出日】平成16年6月14日(2004.6.14)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃焼機関のエンジンプロックのシリンダー摺動面として機能する基板に、プラズマ溶射操作により設けられる第1鉄コーティングにおいて、前記コーティングは、1～4重量%の含量の結合酸素を有することを特徴とする第1鉄コーティング。

【請求項2】

前記結合酸素は、鉄と一緒に組み合わせられて、 $\text{FeO}$ 及び $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 結晶を形成することを特徴とする請求項1記載の第1鉄コーティング。

【請求項3】

$\text{Fe}_3\text{O}_4$ の含量は0.2重量%以下であることを特徴とする請求項2記載の第1鉄コーティング。

【請求項4】

コーティングが設けられる前記基板は、マグネシウム合金、アルミニウム合金又は鋳鉄からなるエンジンプロックそのものより構成されることを特徴とする請求項1記載の第1鉄コーティング。

【請求項5】

コーティングが設けられる前記基板は、鋳鉄からなるシリンダースリーブにより構成され、マグネシウム合金又はアルミニウム合金からなるエンジンプロック中に挿入されるように適応されることを特徴とする請求項1記載の第1鉄コーティング。

【請求項6】

鋳鉄は、圧粉化されたグラファイトとブレンドされることを特徴とする請求項4又は5記載の第1鉄コーティング。

【請求項7】

鋳鉄は、ねずみ鋳鉄からなることを特徴とする請求項4又は5記載の第1鉄コーティング。

【請求項8】

プラズマ溶射装置を準備し、設けられるべきコーティングの原材料を構成するコーティング粉末を用意して、シリンダーの摺動面上にプラズマ溶射装置により該コーティング粉末を溶射する工程を含む、燃焼機関のエンジンプロックのシリンダー摺動面として機能す

る基板に第1鉄のコーティングを設ける方法において、

前記プラズマ溶射装置に空気を供給して、前記基板上に前記コーティング粉末と前記空気を同時に1分あたり200～1000標準リットルの量で溶射する工程、又は、

前記プラズマ溶射装置に酸素含有ガスを供給して、前記基板上に前記コーティング粉末と前記酸素含有ガスを同時に1分あたり40～200標準リットル酸素の量で溶射する工程、又は、

前記プラズマ溶射装置に酸素を供給して、前記基板上に前記コーティング粉末と前記酸素を同時に1分あたり40～200標準リットルの量で溶射する工程

の3工程から1つの工程を実施することを特徴とする第1鉄のコーティングを設ける方法。

【請求項9】

シリンダースリーブやシリンダーボアの内部のガス流の速度はそれぞれ、前記溶射工程の間、7～12m/sであることを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項10】

ガス噴霧される粉末は、前記基板にプラズマ溶射され、前記粉末は、次の組成：

C=0.4～1.5重量%

Cr=0.2～2.5重量%

Mn=0.02～3重量%

Fe=100重量%になるまでの残余  
を有することを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項11】

ガス噴霧される粉末は、前記基板にプラズマ溶射され、前記粉末は、次の組成：

C=0.4～1.5重量%

Cr=0.2～2.5重量%

Mn=0.02～3重量%

S=0.01～0.2重量%

P=0.01～0.1重量%

Fe=100重量%になるまでの残余  
を有することを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項12】

ガス噴霧される粉末は、前記基板にプラズマ溶射され、前記粉末は、次の組成：

C=0.1～0.8重量%

Cr=11～18重量%

Mn=0.1～1.5重量%

Mo=0.1～5重量%

Fe=100重量%になるまでの残余  
を有することを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項13】

ガス噴霧される粉末は、前記基板にプラズマ溶射され、前記粉末は、次の組成：

C=0.1～0.8重量%

Cr=11～18重量%

Mn=0.1～1.5重量%

Mo=0.1～5重量%

S=0.01～0.2重量%

P=0.01～0.1重量%

Fe=100重量%になるまでの残余  
を有することを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項14】

コーティング中のFeO及びFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の量は、粉末粒子のサイズ分布によりコントロールされることを特徴とする請求項8記載の方法。

## 【請求項 15】

粉末の粒子のサイズは、 $5 \sim 25 \mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする請求項 14 記載の方法。

## 【請求項 16】

粉末の粒子のサイズは、 $10 \sim 40 \mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする請求項 14 記載の方法。

## 【請求項 17】

粉末の粒子のサイズは、 $15 \sim 60 \mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする請求項 14 記載の方法。

## 【請求項 18】

アルゴン又は窒素によりガス噴霧されたコーティング粉末を用いることを特徴とする請求項 8 記載の方法。

## 【請求項 19】

減摩酸化物セラミックを添加することにより修飾されたコーティング粉末を用いることを特徴とする請求項 8 記載の方法。

## 【請求項 20】

コーティング粉末中の前記酸化物セラミックの含量は、 $5 \sim 50$  重量%であることを特徴とする請求項 19 記載の第 1 鉄のコーティングを設ける方法。

## 【請求項 21】

前記酸化物セラミックは、 $\text{TiO}_2$  合金系又は  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$  合金系、及び/又は  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$  合金系からなることを特徴とする請求項 19 記載の方法。

## 【請求項 22】

基板にプラズマ溶射されるコーティング粉末において、

前記粉末は、次の組成：

$\text{C} = 0.4 \sim 1.5$  重量%

$\text{Cr} = 0.2 \sim 2.5$  重量%

$\text{Mn} = 0.02 \sim 3$  重量%

$\text{Fe} = 100$  重量%になるまでの残余

を有することを特徴とするコーティング粉末。

## 【請求項 23】

基板にプラズマ溶射されるコーティング粉末において、

前記粉末は、次の組成：

$\text{C} = 0.4 \sim 1.5$  重量%

$\text{Cr} = 0.2 \sim 2.5$  重量%

$\text{Mn} = 0.02 \sim 3$  重量%

$\text{S} = 0.01 \sim 0.2$  重量%

$\text{P} = 0.01 \sim 0.1$  重量%

$\text{Fe} = 100$  重量%になるまでの残余

を有することを特徴とするコーティング粉末。

## 【請求項 24】

基板にプラズマ溶射されるコーティング粉末において、

前記粉末は、次の組成：

$\text{C} = 0.1 \sim 0.8$  重量%

$\text{Cr} = 11 \sim 18$  重量%

$\text{Mn} = 0.1 \sim 1.5$  重量%

$\text{Mo} = 0.1 \sim 5$  重量%

$\text{Fe} = 100$  重量%になるまでの残余

を有することを特徴とするコーティング粉末。

## 【請求項 25】

基板にプラズマ溶射されるコーティング粉末において、

前記粉末は、次の組成：

C = 0.1 ~ 0.8 重量%

Cr = 11 ~ 18 重量%

Mn = 0.1 ~ 1.5 重量%

Mo = 0.1 ~ 5 重量%

S = 0.01 ~ 0.2 重量%

P = 0.01 ~ 0.1 重量%

Fe = 100 重量%になるまでの残余

を有することを特徴とするコーティング粉末。

【請求項 26】

粉末の粒子のサイズは、5 ~ 25  $\mu\text{m}$  の範囲であることを特徴とする請求項 22 ~ 25 のいずれか一項記載のコーティング粉末。

【請求項 27】

粉末の粒子のサイズは、10 ~ 40  $\mu\text{m}$  の範囲であることを特徴とする請求項 22 ~ 25 のいずれか一項記載のコーティング粉末。

【請求項 28】

粉末の粒子のサイズは、15 ~ 60  $\mu\text{m}$  の範囲であることを特徴とする請求項 22 ~ 25 のいずれか一項記載のコーティング粉末。

【請求項 29】

アルゴン又は窒素によりガス噴霧されることを特徴とする請求項 22 ~ 28 のいずれか一項記載のコーティング粉末。

【請求項 30】

減摩酸化物セラミックを添加することにより修飾されたことを特徴とする請求項 22 ~ 29 のいずれか一項記載のコーティング粉末。

【請求項 31】

コーティング粉末中の前記酸化物セラミックの含量は、5 ~ 50 重量%であることを特徴とする請求項 30 記載のコーティング粉末。

【請求項 32】

前記酸化物セラミックは、 $\text{TiO}_2$  合金系からなることを特徴とする請求項 30 記載のコーティング粉末。

【請求項 33】

前記酸化物セラミックは、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$  合金系からなることを特徴とする請求項 30 記載のコーティング粉末。

【請求項 34】

前記酸化物セラミックは、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$  合金系からなることを特徴とする請求項 30 記載のコーティング粉末。

【請求項 35】

前記酸化物セラミックは、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$  合金系及び  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$  合金系からなることを特徴とする請求項 30 記載のコーティング粉末。

【請求項 36】

請求項 22 ~ 35 のいずれか一項に記載の粉末の、基板にプラズマ溶射されるコーティング粉末としての使用方法。